

PRODUCTION PARTNER

Fachmagazin für Veranstaltungstechnik

High Power Line-Array JBL VTX A12

Test
aus Ausgabe 07-08/2017

Die neue Line-Array-Generation in JBLs VTX-Reihe beginnt mit der A12, einem Modul im „Format“ 2 × 12". Versprochen wird nicht nur eine Fülle an technischen Neuentwicklungen, sondern auch deren besonders gute Integration miteinander. Unser Test zeigt, wie gut die Komponenten harmonisieren, und welche Performance vom A12 zu erwarten ist.

Text und Messungen: Anselm Goertz | Fotos: Dieter Stork, Anselm Goertz



Das Nachrichten-
portal rund um
die Medienwelt
und -Technik

powered by
**PRODUCTION
PARTNER**
Fachmagazin für Veranstaltungstechnik

» ... Mit der VTX A-Serie und deren A12 Line-Array stellt man bei JBL die nächste Generation der großen Touring-Systeme vor. Neu ist an diesem System fast alles. ...«



VTX – in dieser Klasse versammelt JBL seine klassischen Touring-Systeme. Neben einigen Multifunktionslautsprecher aus der F-Serie und zwei neuen Bühnenmonitoren aus der M-Serie gehören auch die bekannten JBL-Line-Arrays zu dieser Produktgruppe. Diese gliedern sich wiederum in die Kategorien Subwoofer, V, VerTec und – 2017 ganz neu – die A-Serie, zuerst mit der A12. Schon die Tatsache, dass die A12 nicht als weiteres System in die V-Serie eingegliedert wurde, sondern eine eigene neue Serie eröffnet, deutet bereits auf viele Neuerungen hin. Dank der eigenen, äußerst prominenten Chassis-Entwicklung und -Fertigung wurden selbstverständlich alle Treiber für die A12 neu entwickelt. Aber auch die äußere Gestaltung und die mechanischen Komponenten betreffend gibt es eine ganze Reihe von interessanten Neuigkeiten. Schon beim äußeren Erscheinungsbild fällt die homogene Frontfläche auf, die von einem durchgehenden Gitter mit hinterlegtem Schaumstoff abgedeckt wird (bei der JBL V-Serie gibt es die Gitter nur vor den Tieftönern, die Mittelhochtoneinheit ist weitgehend sichtbar und die Treiber werden durch eigene kleine Schutzgitter vor den Öffnungen abgedeckt, so wie man es auch bei vielen anderen Herstellern sieht). Das neue, etwas weniger die Technik betonende Design der A-Serie bietet demgegenüber zwei Vorzüge: Die Lautsprecher als solche werden unauffälliger, was bis auf einige Ausnahmen so vom Kunden gewünscht ist, und mit

einem durchgängigen Gitter verbessert sich der Schutz gegen Feuchtigkeit und Staub. Das Datenblatt der A12 gibt dazu ein IP-Rating von IP55 an (geschützt gegen Staub und Strahlwasser). Beides darf laut Definition nach EN 60529 weder eine schädigende Wirkung haben noch das zufriedenstellende Arbeiten oder die Gerätesicherheit beeinträchtigen. Ebenfalls angegeben wird das UV-Rating mit dem Wert 6: In einer Skala von 1 bis 8 beschreibt das UV-Rating die farbliche Beständigkeit unter UV-Einstrahlung. Stufe 6 entspricht einer sehr guten Beständigkeit, was speziell für Touring-Systeme, die auch häufiger im Freien eingesetzt werden, ein relevanter Aspekt sein kann.

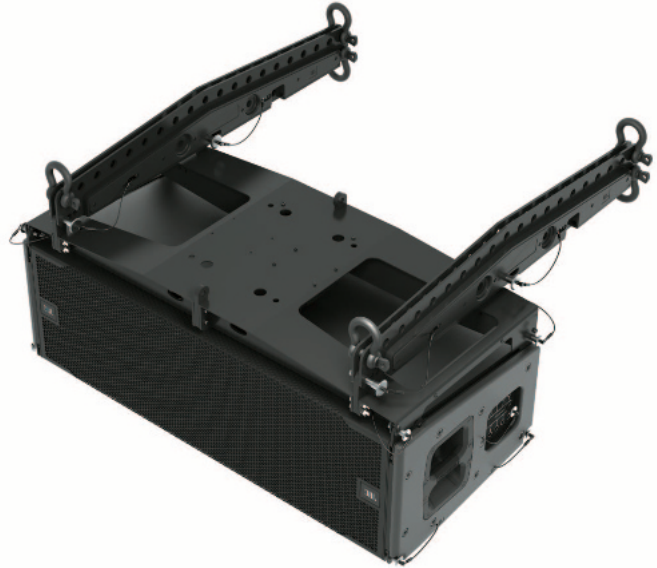
Unsere ersten positiven Eindrücke (auch über das sehr ausgeglichene, überzeugende Klangbild) hatten wir bereits in PRODUCTION PARTNER 5/2017 geschildert, als die Deutschland-Premiere des VTX A12 in der Frankfurter Jahrhunderthalle stattfand.

Mechanik der JBL A12

Bleiben wir zunächst bei den Äußerlichkeiten, dann haben wir es mit einem 1.118 mm breiten, 330 mm hohen und 495 mm tiefen Gehäuse in Trapezform zu tun. Das Gewicht beträgt 60,8 kg, was für eine Box dieser Größe mit neun



Flugmechanik der A12, Metallteile und Mechanik sind soweit wie möglich im Verborgenen untergebracht, in Rot deutlich zu erkennen der Verriegelungshebel für die Winkeleinstellung



Flugrahmen mit einer und zwei Extension Bars



Viererblock auf dem Transport Dolly mit Deckel

Treibern und Flugmechanik außergewöhnlich leicht ist. Die Verbindung von Box zu Box erfolgt in Vierpunkttechnik. Der Winkel wird seitlich in einem Steckfeld mit Kugelsperribolzen ausgewählt. Sobald das Array angehoben wird, rastet die Mechanik im gewünschten Winkel ein. Für den umgekehrten Vorgang beim Abbau befinden sich unterhalb der roten Hebel Druckknöpfe für die Entriegelung der Mechanik. Sobald das Array herabgelassen wird, werden die Druckknöpfe betätigt und die roten Hebel springen heraus. Nun können die Elemente mit dem 10°-Winkel, was der Transportposition entspricht, auf dem Dolly abgelassen werden. Die Stahlrahmen und alle mechanischen Bauteile sind soweit möglich von außen unsichtbar im Gehäuse integriert. Auf unserer Website www.production-partner.de haben wir dazu ein kurzes Demo-Video „Auto-Locking in zwei Schritten“ abgelegt.

Für die Handhabung während des Riggings gibt es seitlich und auf der Rückwand großzügig dimensionierte Griffe. Der Flugrahmen für die VTX A12 besteht aus dem eigentlichen Frame und einem oder zwei Extension Bars.

Für den Transport können die Extension Bars quer liegend auf dem Frame fixiert werden. Der Frame ist für bis zu 24 VTX A12 einsetzbar. Bei mehr als zwölf Einheiten bedarf es jedoch einer vorherigen Lastberechnung durch den Line Array Calculator. Bis zu zwölf Einheiten sind in allen möglichen Konfigurationen und Array-Krümmungen ohne weitere Berechnung möglich.

Für den Transport der VTX A12 gibt es einen Dolly, bestehend aus einem Stahlrahmen mit Rädern und einer Deckplatte. Der Dolly kann vier Boxen aufnehmen, die mit je 10° zueinander gecurvt sind. Die obere Deckplatte schließt den Viererblock nach oben wieder eben ab, so dass auch darüber geladen werden kann. Das Flächenmaß beträgt 45" × 24". Vier längs nebeneinander stehende Dollys passen damit genau auf eine normale LKW-Ladefläche mit 2,44 m Breite. Eine weitere Verwendung findet der Dolly als Rahmen für ein Ground Stack. Im Ground Stack können bis zu sechs VTX A12 in einem Array eingesetzt werden. Die notwendige Standfestigkeit wird durch zwei optionale Ausleger, Outtrigger genannt, erreicht. Die Lautsprecher können dazu auf dem Dolly verbleiben, womit ein sehr schneller Auf- und Abbau möglich wird. Für mehr als vier Einheiten im Ground Stack bedarf es auch hier einer Berechnung durch den Line Array Calculator.

Treiber, Gehäuse und andere JBL-Spezialitäten

Für die Treiberbestückung kamen für ein Premiumprodukt wie die VTX A12 natürlich nur die neusten und besten Modelle in die Auswahl. Diese werden durchweg selbst entwickelt und auch im eigenen Werk in Mexiko gefertigt. Konkret sind das pro Box zwei 12"-Tieftöner des Typs 2264H, vier 2165H Mitteltöner und drei 2423K Hochtontreiber. Der Hochtöner enthält in einer Einheit den Phaseplug und das Waveguide für die ebene Wellenfront, womit er direkt an die eigentliche Hornfläche in der Front angesetzt werden kann. Es sind drei Hochtöner übereinander angeordnet, die elektrisch parallel betrieben werden. Wie das „K“ in der Typenbezeichnung verrät, handelt es sich um 32-Ohm-Typen. Die Belastbarkeit pro Treiber liegt bei 50 W im 100 Stundentest.

Gute und moderne Treiber sind ohne Zweifel die Basis des Lautsprecherbaus. Ein harmonisches Gesamtsystem entsteht aber erst im Zusammenspiel der Treiber mit der passenden Schallführung, einer genau abgestimmten Filterung und einem ausgeklügelten Gehäusedesign. An dieser Stelle hat man für die VTX A12 bei JBL alle Register der Entwicklerkunst gezogen, und Entwickler aus den verschiedensten Bereichen haben hier eng zusammengearbeitet. Es galt z. B., die drei Wege in der A12 symmetrisch um die mittig angeordnete Hochtoneinheit so zu integrieren, dass alle Wege ihre Vorzüge gut ausspielen können und möglichst wenig gegenseitige Störungen entstehen. Der Hochtöner benötigt eine horizontale Hornfunktion, um innerhalb seines Arbeitsbereiches das gewünschte gleichmäßige Abstrahlverhalten zu erreichen. Soweit zunächst eine einfache Aufgabe, wenn da nicht



Array mit zwölf VTX A12 Flugrahmen



2423K HF-Treiber mit integriertem Waveguide

die Mitteltöner wären, die beidseitig eng den Hochtöner flankieren. Die Membranen der Mitteltöner würden das Hochtonhorn so massiv stören, dass die gewünschte Funktion nicht mehr erreicht würde. An dieser Stelle kommt der JBL Radiation Boundary Integrator (RBI) der 4. Generation ins Spiel, der die Mitteltöner abdeckt und über relativ schmale Schlitze den Schall abstrahlen lässt. Darin liegt der primär sichtbare Unterschied zu den RBIs früherer Generationen, die mit nur wenigen großen Schlitzen arbeiteten. Die Hochtöner können so mit einer zu 80 % idealen Oberfläche weitgehend ungestört agieren. Für die Mitteltöner selber erzeugt der RBI einen Bandpass, der den Übertragungsbereich einschränkt, aber auch die Sensitivity erhöht. Von den Mitteltönern aus nach außen blickend, setzt sich das Problem in ähnlicher Form mit den Tieftönern fort. Der RBI wurde daher bis weit über die Membranen der Tieftöner gezogen, wo er gleichzeitig noch die Funktion eines großen Phaseplugs übernimmt und mit einer Bandpasskammer die Sensitivity lokal erhöht.

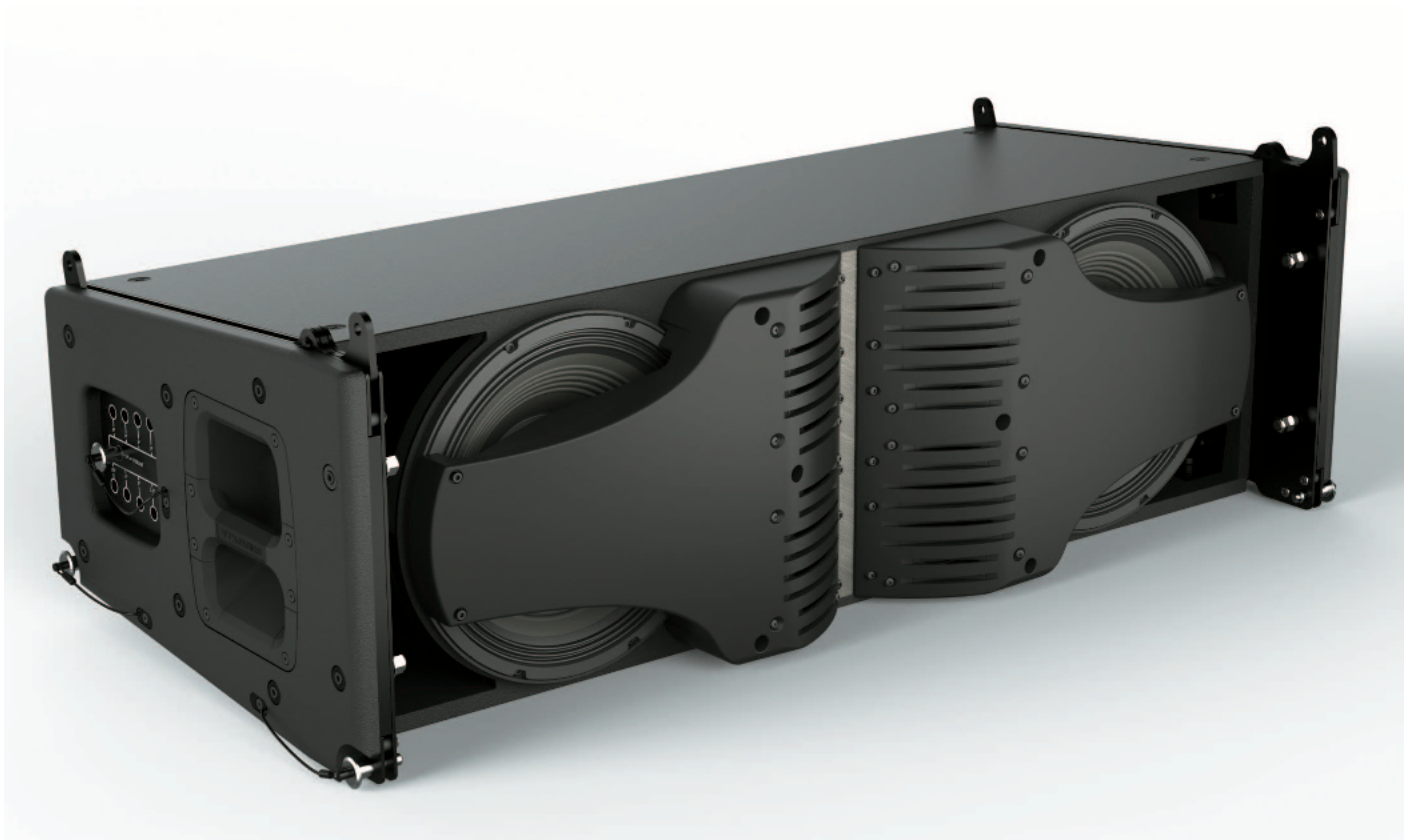
Ganz außen liegend folgen dann noch die Bassreflexöffnungen. Die kräftigen Tieftöner mit großem Hub erfordern große Flächen und möglichst wenige Kanten und Ecken, um störende Strömungsgeräusche soweit es geht zu vermeiden.

Wie geschickt die Sache von den JBL-Ingenieuren angegangen wurde, zeigt das Foto des offenen Innengehäuses der VTX A12: Innen und außen großzügig gerundet und großflächig liegen die Bassreflextunnel zwischen den Tieftönern und den Seitenwänden des Gehäuses.

Eines der Entwicklungsziele für die VTX A12 war es, ein konstant horizontales Abstrahlverhalten möglichst schon ab 200 Hz aufwärts zu erreichen. Für mittlere und hohe Frequenzen ist das mit Hilfe der horizontalen Hornfunktion zu erreichen. Bei tieferen Frequenzen ab 200 Hz aufwärts gelingt das durch die breite Anordnung der Tieftöner ebenfalls. Problematisch ist jedoch der Übergang von den Tieftönern auf die Mitteltöner. Die Tieftöner bündeln dort bereits zu stark und die Mitteltöner noch zu wenig. Die Lösung liegt in einem überlappenden Betrieb, wo die Tieftöner nicht wie sonst üblich steil durch einen Tiefpass ausgeblendet werden, sondern noch teilweise mitarbeiten und so die Mitteltöner unterstützen. Zu tiefen Frequenzen hin, wo die Mitteltöner das gewünschte Abstrahlverhalten mangels Fläche alleine nicht mehr erreichen können, kommen die Tieftöner langsam hinzu und vergrößern so die effektive Strahlerfläche. Werden die Tieftöner über einen entsprechenden flachen Tiefpass geschickt eingeblendet, dann lässt sich damit das gewünschte Abstrahlverhalten erzielen. Mit Hilfe von linearphasigen FIR-Filtern gelingt die Überlappung besonders gut. Diese Vorgehensweise ist zwar nicht neu, gehört jedoch eindeutig zur Kür, wenn es um das Filterdesign für Lautsprecher geht.

Messwerte der A12-Einzelwege

Wie sich die VTX A12 im Messlabor darstellt, zeigen wir zunächst an Messungen der Einzelwege. Über die beiden NL8-Buchsen auf der Rückseite sind die beiden Tieftöner separat sowie der Mittel- und Hochtonweg direkt erreichbar. Die Impedanzkurven in Abb. 1 stellen alle Wege als 8-Ohm-Einheiten dar. So können sehr effektiv drei VTX A12 parallel an einer vierkanaligen Endstufe betrieben werden. Die Tuningfrequenz der Bassreflexgehäuse liegt bei 52 Hz und die Resonanzfrequenz der Mitteltöner bei 158 Hz. Die zugehörigen Frequenzgänge mit Angabe der Sensitivity finden sich in Abb. 2. Die beiden Tieftöner arbeiten auf ein gemeinsames inneres Volumen. Die Messung erfolgte daher auch für beide Treiber parallel, so dass der Wert 2,83 V / 1 m damit 2 W / 1 m entspricht. Für den Mittel- und Hochtonweg sind es die üblichen 1 W / 1 m. Die drei Wege decken ihre jeweiligen Arbeitsbereiche mit Übergängen bei ca. 300 Hz und 1,6 kHz und auch darüber hinaus gut ab. Problemstellen sind



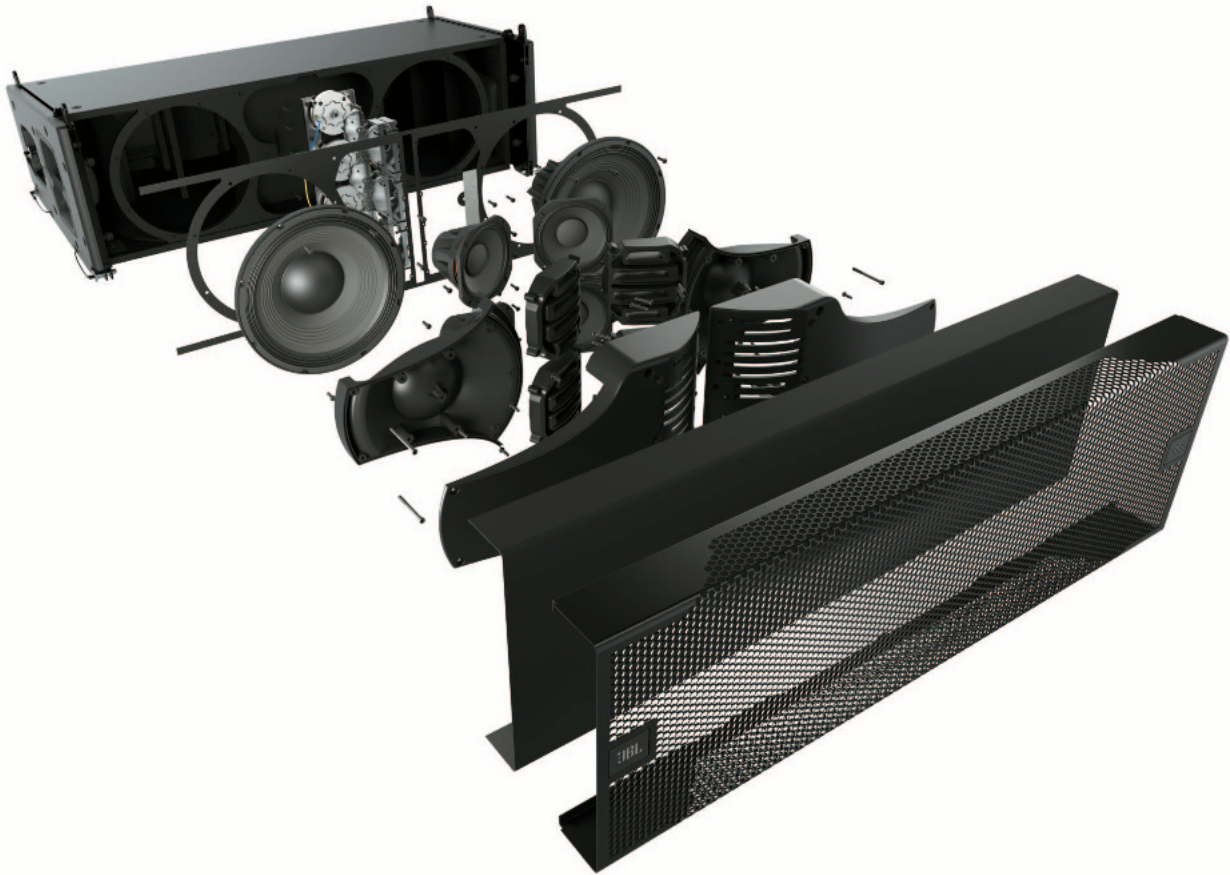
VTX A12 ohne Frontabdeckung mit dem großen Radiation Boundary Integrator (RBI) vor den Mitteltönern und großen Teilen der Tieftonmembranen

keine zu erkennen. Erfreulich hoch fällt die Sensitivity der Hochtöner aus, die selbst bei 20 kHz noch 105 dB beträgt und im Maximum beachtliche 116 dB erreicht.

Controller-Funktionen mit Crown I-Tech HD 4x3500

Alle VTX-Systeme werden exklusiv mit Crown I-Tech HD-Endstufen angetrieben. Zur Auswahl stehen die Modelle 12000HD mit zwei Kanälen und die 4x3500HD mit vier Kanälen. Das interne Processing basiert auf dem BSS-Controller Omnidrive HD. Die Presets der VTX-Lautsprecher sind für alle Crown I-Tech HD Endstufen erhältlich. Für den Test wurde die Kombination mit einer 4x3500HD eingesetzt, die für optimale Auslastung drei VTX A12 antreiben kann. Der 2,7-Ohm-Betrieb ist an dieser Stelle unkritisch, da nur die beiden LF-Wege die Endstufe wirklich belasten. Mittel- und Hochtöner erzeugen nur eine eher geringe Auslastung der zugehörigen Endstufenkanäle, so dass das Netzteil noch

hinreichend Reserven für die Tieftöner hat. Für die VTX A12 gibt es zum Testzeitpunkt vier Presets auf der Endstufe. Es wird unterschieden zwischen Standard und FL (Fill) Presets. Die FL-Variante liefert einen geraden Frequenzgang für eine einzelne oder zwei VTX A12, wie sie z. B. als Sidefill auf einer großen Bühne verwendet werden könnten. Das Standard-Setup beinhaltet bereits eine Array-Kompensation mit einer Höhenanhebung. Diese ist dann je nach Situation noch individuell anzupassen. Beide Versionen – Standard und Fill – sind zudem noch in einer 80 Hz Hochpass-Version verfügbar, wenn eine Kombination mit Subwoofern beabsichtigt ist. Die Filterfunktionen aller drei Wege kommen ohne extreme Einstellungen, da die Basis seitens der Lautsprecher schon gute Voraussetzungen liefert. Die Anhebung für den Hochtöner bei 16 kHz fällt ebenfalls gemäßigt aus, so dass keine übermäßigen Belastungen durch die Filter zu befürchten sind. Für die X-Over-Filter wurden linearphasige FIR-Filter eingesetzt. Lediglich für den Hochpass 4. Ordnung am unteren Ende des Übertragungsbereiches musste ein IIR-Filter ein-



Explosionsmodell der VTX A12 mit den komplexen Einzelteilen der Waveguides

gesetzt werden. Die Gesamtlatenz inklusive A/D- und D/A-Umsetzer in der Endstufe liegt für dieses Filtersetup mit FIR-Filtern bei 7,5 ms.

System Response der JBL A12

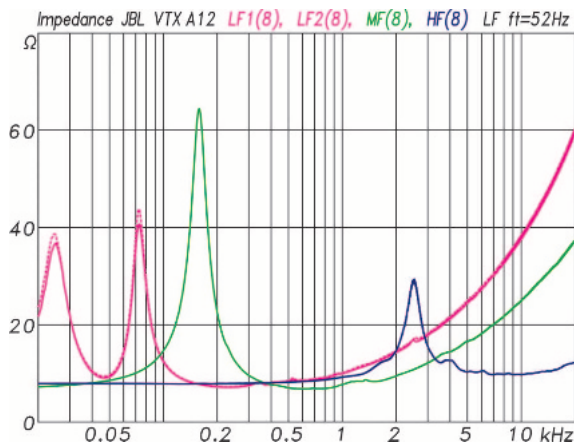
Eine einzelne VTX A12 liefert zusammen mit Controller in der Einstellung VTX A12 FL einen nahezu perfekt linearen Frequenzgang entsprechend Abb. 4. Die Eckfrequenzen (–6 dB) liegen bei 52 Hz und 19 kHz. Betrachtet man die Kurven der einzelnen Wegen, dann lässt sich auch gut die Überlappung zwischen Tief- und Mitteltöner erkennen, mit deren Hilfe das horizontale Abstrahlverhalten optimiert wird. Der zugehörige Phasengang aus Abb. 5 zeigt einen dank der FIR-Filterung weitgehend linearphasigen Verlauf. Die zweimal 360° Phasendrehung am unteren Ende des Frequenzbereichs entstehen durch das elektrische 50-Hz-Hochpassfilter und durch das akustische Hochpassverhalten des Lautsprechers selber. Theoretisch wäre auch hier eine linearphasige Filterung und eine Kompensation des Lautsprecherphasengangs möglich,

was dann aber unweigerlich mit sehr viel größeren Latenzen einhergehen würde, die im Live-Einsatz nicht mehr akzeptabel wären.

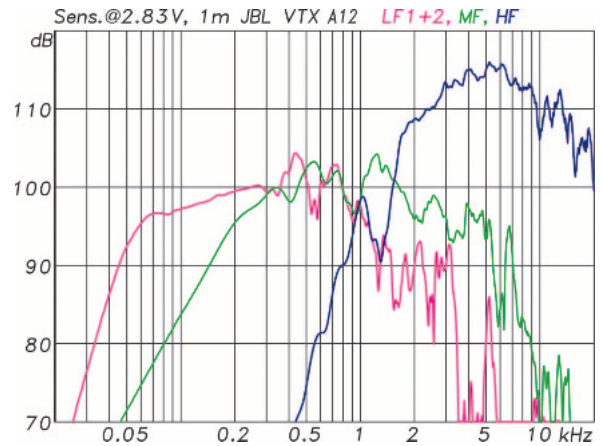
Es bleibt noch der abschließende Blick auf das Spektrum aus Abbildung 6. Die Hochtoneinheit der VTX A12 präsentiert sich hier perfekt ohne erkennbare Resonanzen. In den Mitten sind einige nachschwingende Ausläufer zu erkennen, die bei einer so komplexen Konstruktion, wie sie mit dem RBI praktiziert wird, vermutlich nicht zu vermeiden sind. Das lange Nachschwingen am unteren Ende des Übertragungsbereichs wird durch die Hochpassfilterung und das Bassreflexgehäuse aufgrund der Phasendrehungen und des damit einhergehenden Anstiegs der Gruppenlaufzeit verursacht.

Directivity

Für die Messungen der Directivity wurde zunächst eine einzelne Box herangezogen. Das horizontale Abstrahlverhalten



Impedanzverlauf LF1 (8 Ohm), LF2 (8 Ohm), MF (8 Ohm), HF (8 Ohm). Die Abstimmfrequenz des LF-Weges liegt bei 52 Hz (Abb.1).

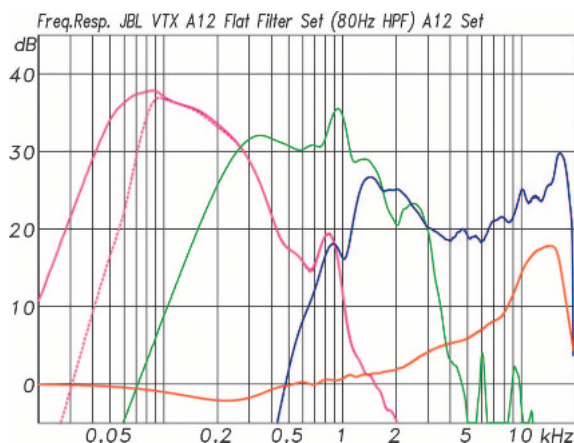


Frequenzgang und Sensitivity bezogen auf 2,83 V / 1 m, LF (rosa) für beide Tieftöner parallel, Mitteltöner (grün) und Hochtöner (blau, Abb. 2)

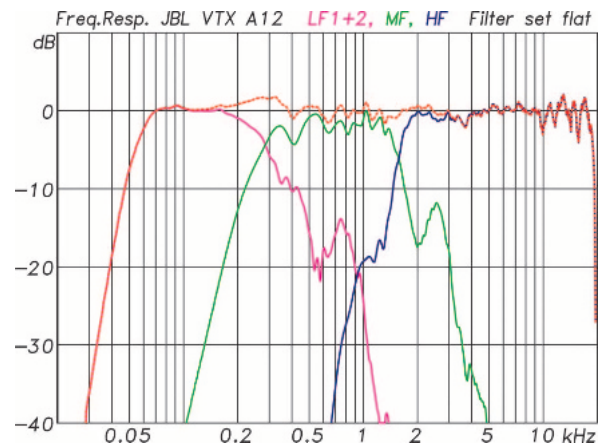
wird im Datenblatt mit 90° ab 250 Hz aufwärts angegeben. Blickt man dann auf die entsprechende Isobarenmessung aus Abb. 7, dann bestätigt sich dieses Verhalten exakt. Positiv fällt nicht nur auf, wie früh im Sinne von tiefen Frequenzen die 90° schon erreicht werden, sondern auch wie gleichmäßig der Verlauf sich anschließend bis 20 kHz durchzieht. Das Konzept mit der überlappenden Filterung geht voll auf und

das Ergebnis ist in puncto Umfang und Gleichmäßigkeit kaum noch zu übertreffen.

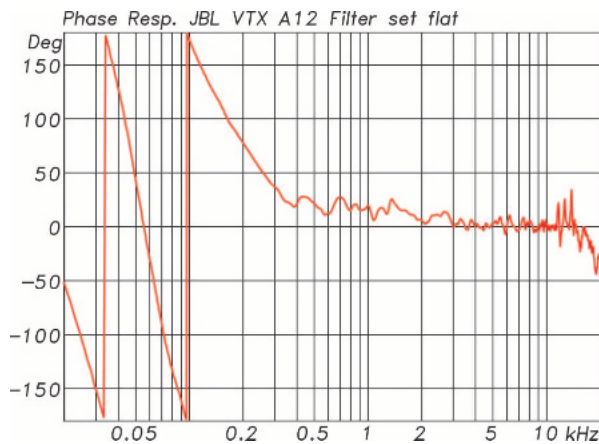
Anschließend wurde die einzelne Box auch noch in der Vertikalen gemessen. Das Ideal würde kontinuierlich mit der Frequenz sich einschnürende Isobaren entsprechen. Abb. 8 zeigt dazu die gemessenen Isobaren, deren mittleres



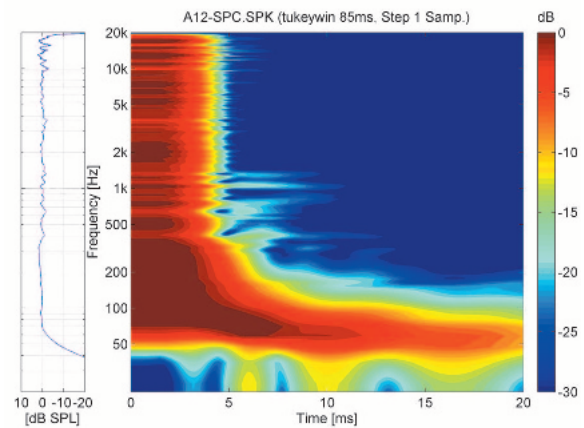
Controller-Filterfunktionen der drei Wege mit einer Crown I-Tech HD Endstufe. Filterfunktion für die Tieftöner (rosa) mit/ohne 80-Hz-Hochpassfilter, Filter für den Mitteltöner in grün und für den Hochtöner in blau. Mit diesen Filterfunktionen wird für eine einzelne Box ein linearer Verlauf eingestellt, in rot das Coupling Filter für Arrays. (Abb. 3)



Einzelssystem VTX A12 mit Controller: Tieftonweg (rosa), Mittelton (grün) und Hochtöner (blau), in rot die Summenfunktion mit einem sehr gleichmäßigen Verlauf (Abb. 4)



Phasengang einer einzelnen VTX A12 mit Controller, oberhalb von 300 Hz arbeitet die Box linearphasig mit FIR-Filterung (Abb. 5)

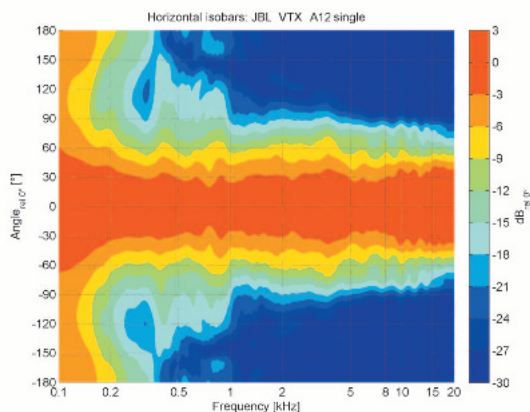


Spektrogramm der VTX A12, in den Mitten sind einige kleine Resonanzen zu erkennen, die Hochtoneinheit verhält sich perfekt (Abb. 6)

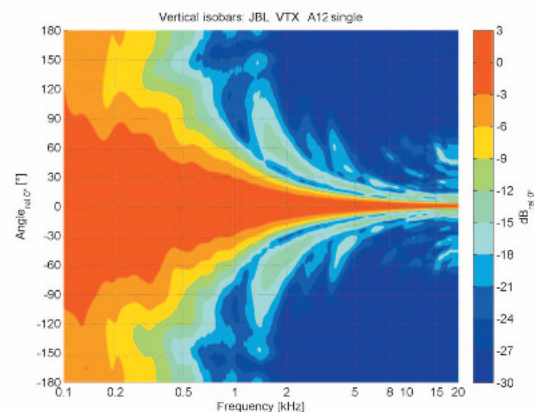
Hauptmaximum sich wie erwartet verhält. Zusätzlich bilden sich noch Nebenmaxima mit Pegeln von bis zu -12 dB relativ zum Hauptmaximum aus. Dieses Phänomen ist unvermeidlich und tritt bei jeder Linienquelle begrenzter Länge auf. Der Ausschnitt aus der idealen unendlichen Linie entspricht einer räumlichen Rechteckfensterung, die einem zeitlichen Rechteckfenster vergleichbare Nebenmaxima erzeugt, die dann in den Isobaren sichtbar werden. Mit zunehmender Länge der Linie, wandern diese zu den tiefen Frequenzen hin und werden somit unproblematischer.

Dieser Effekt lässt sich bereits für ein Array aus drei Elementen gut erkennen. Die Isobaren eines nahezu geraden Arrays mit $0,25^\circ$ Winkeln von Box zu Box zeigt Abb. 9; das Bündelungsverhalten wird schärfer und die Nebenmaxima wandern zu den tieferen Frequenzen hin.

Die Flugmechanik der VTX A12 erlaubt für die Winkel Box-zu-Box-Einstellungen von $0,25^\circ$ bis 10° in elf Stufen. Die beiden nachfolgenden Isobaren zeigen dazu exemplarisch die Messungen für drei Einheiten mit 6° Winkel und mit 10° Winkel



Horizontale Isobaren einer VTX A12, der mittlere Öffnungswinkel liegt zwischen 90° und 100° (Abb. 7)

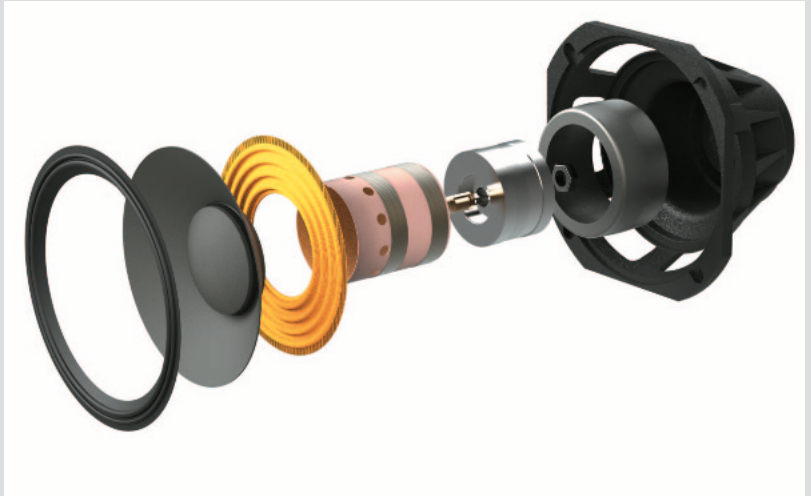


Vertikale Isobaren einer einzelnen VTX A12, zwischen 1 und 2 kHz sind schwache Nebenmaxima der Mitteltöner zu erkennen (Abb. 8)

JBL Differential Drive Antrieb

Mittel- und Tieftöner sind Konus chassis mit dem JBL-typischen Differential-Drive-Antrieb. Die Treiber sind dazu mit zwei Schwingspulen und zwei Neodym-Magneten ausgestattet. Die Neodym-Magnete mit wesentlich geringerem Gewicht und Volumen als herkömmliche Ferritmagnete befinden sich im Innenraum, der von der Schwingspule eingeschlossen wird, wo bei herkömmlichen Ferrit-Antrieben der Polkern zu finden ist. Vergleichbar einer vorderen und einer rückwärtigen Polplatte wird das Magnetfeld über zwei ringförmige Stahlplatten den beiden Schwingspulen zugeführt und schließt sich über einen außerhalb der Spulen liegenden Stahlring. Anschaulich kann man sich diesen Antrieb wie den eines herkömmlichen Lautsprechers vorstellen, nur dass die Magnete innerhalb der Spule liegen und der Luftspalt durch die Polplatte fortgesetzt wird und sich hier eine zweite hintere Spule auf dem Spulenträger befindet. Durch diese Art der Anordnung kann zudem das magnetische Streufeld außerhalb des Treibers reduziert und somit die effektive Nutzung der Magneten verbessert werden.

Neben der deutlichen Gewichtsparnis durch das Neodym-Material ist der eigentliche Vorzug dieses Konzepts in der durch zwei Schwingspulen verdoppelten Spulenoberfläche zu sehen. Da das zentrale Problem eines jeden Treibers für hohe Leistung ganz schlicht darin besteht, die hohen thermischen Verluste abzuführen und sich nicht zu überhitzen, liegt der Vorteil des verbesserten Wärmeübergangs auf die umgebenden Metallteile auf der Hand. Diese stehen alle in direkter Verbindung mit dem massiven Druckgusskorb des Treibers, der die Verlustwärme effektiv abführen kann. Durch den Aufbau des Antriebs ist das Magnetfeld für die Kombination beider Antriebsspulen absolut symmetrisch, womit sich die durch Asymmetrien des Antriebs verursachten Verzerrungen deutlich reduzieren sollen. JBL nennt diesen patentierten Aufbau Differential-Drive-

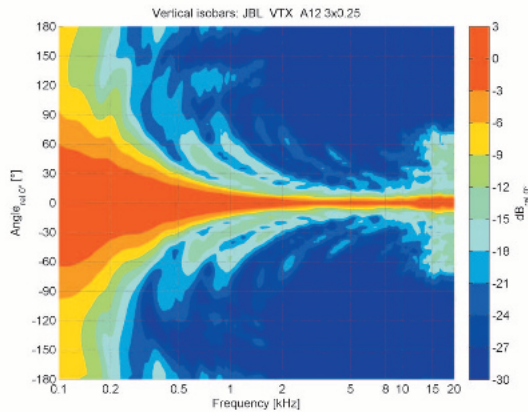


2165H Mitteltöner mit Differential-Drive-Antrieb und innenliegendem Neodym-Magneten

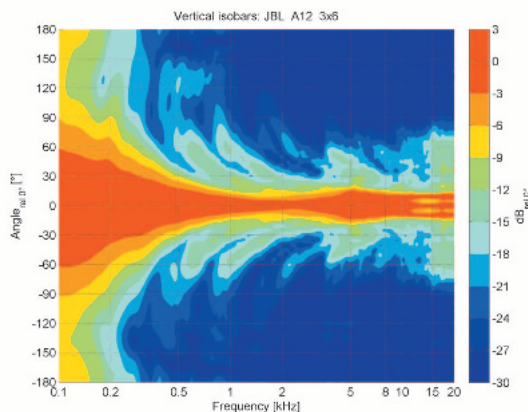


2264H Tieftöner ebenfalls mit Differential-Drive-Antrieb und Neodym-Magneten – man beachte die Kabelführung durch den Polkern

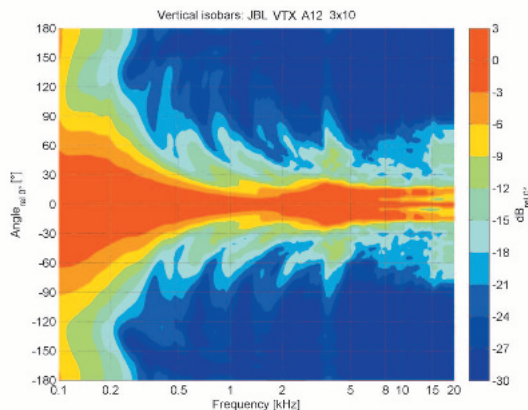
Technologie. Äußerlich sind die Differential-Drive-Treiber an den auffällig tiefen und topfförmigen Antriebseinheiten zu erkennen. Im Datenblatt werden die Mitteltontreiber 2165H mit 100 W Belastbarkeit und die Tieftöner 2246H mit 800 W angegeben; jeweils für den 100-Stunden-Testmodus.



Vertikale Isobaren mit drei Elementen VTX A12 und 0,25° Winkel zwischen den Elementen (Abb. 9)



Vertikale Isobaren mit drei Elementen VTX A12 und 6° Winkel zwischen den Elementen (Abb. 10)



Vertikale Isobaren mit drei Elementen VTX A12 und 10° Winkel zwischen den Elementen (Abb. 11)

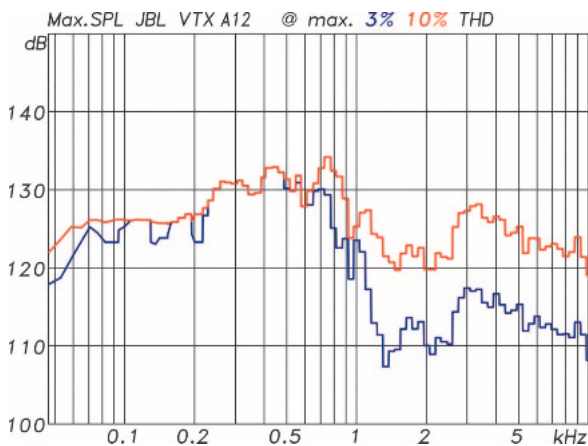
von Box zu Box. Das gewünschte Verhalten stellt sich prinzipiell ein. Kleine Einschränkungen gibt es bei den hohen Frequenzen oberhalb von 10 kHz. Hier entstehen kleine Lücken, die in der Praxis jedoch kaum eine Rolle spielen dürften.

Maximum SPL der JBL A12

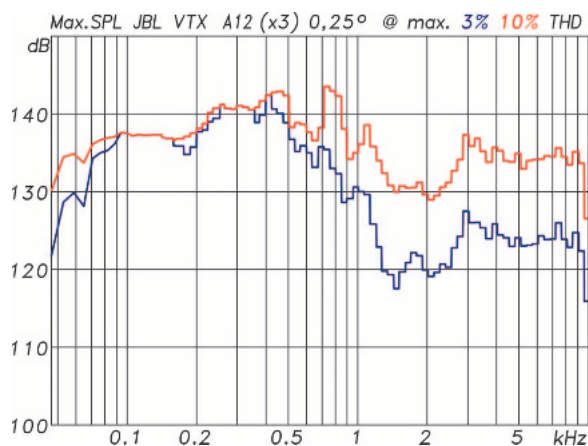
Das wichtige Thema Maximalpegel wurde mit den üblichen zwei Messmethoden geprüft. Es wurde zunächst eine klassische Maximalpegelmessung mit einer VTX A12 im Full-range-Modus und anschließend in einem Array aus drei Einheiten durchgeführt (Abb. 12 und 13). Als Testsignal wird für diese Art der Messung ein 185 ms langer Sinusburst eingesetzt. Die so erreichten Pegelwerte liegen für eine einzelne Box zwischen 126 dB und 133 dB. Echte Schwachstellen gibt es in der Messreihe zwar keine, jedoch findet sich um 2 kHz eine oktavbreite Senke, wo der Pegel um ca. 10 dB abfällt. Die Ursache liegt in der relativ tiefen Trennung der Hochtöner und den dort schon verstärkt einsetzenden Verzerrungen. Unterhalb von 700 Hz entsteht die Begrenzung dagegen primär durch die Limiter, was daran zu erkennen ist, dass die Pegelkurven für 3 % und 10 % sehr dicht zusammenliegen oder sich sogar überlagern. Erst bei hohen Frequenzen, wo der Kompressionstreiber ins Spiel kommt, separieren sich die Kurven durch die Treiberverzerrungen wieder deutlich. Ein solches Verhalten ist typisch für k_2 -dominierte Verzerrungen von Kompressionstreibern. Im geraden Dreier-Array gemessen steigen die erreichbaren Maximalpegelwerte um ca. 10 dB an, so dass man sich jetzt im Bereich um 140 dB bezogen auf 1 m bewegt.

Für den alltäglichen Betrieb mit einem Musik- oder Sprachsignal ist es jedoch manchmal schwierig, aus der Sinusburstmessung direkte Rückschlüsse auf die erreichbaren Pegelwerte zu ziehen, da bei Signalen mit Crestfaktoren von 10 bis 20 dB immer der Spitzenwert der limitierende Faktor ist und nicht der Mittelwert der Leistung. Für die Praxis aussagekräftiger ist daher die Messung mit einem Multisinus-signal. Die Basis des Anregungssignals besteht aus 60 Sinus-signalen mit Zufallsphase, deren spektrale Gewichtung beliebig eingestellt werden kann. Für die nachfolgenden Messungen (Abb. 14 und 16) wurde eine Gewichtung entsprechend eines mittleren Musiksignals (grüne Kurve) gewählt. Der Crestfaktor des so synthetisierten Messsignals, der das Verhältnis vom Spitzenwert zum Effektivwert beschreibt, liegt bei praxisgerechten 12 dB.

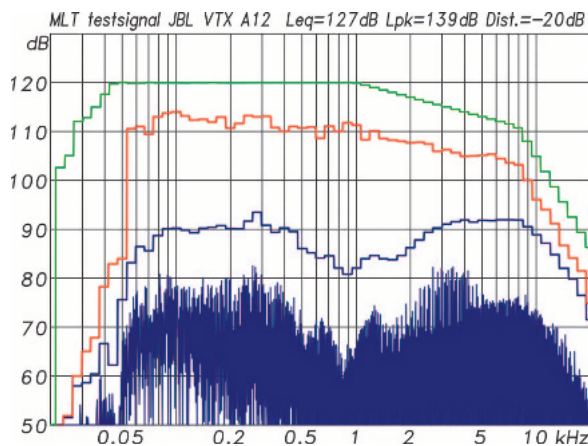
Für den aus dieser Art der Messung abgeleiteten Verzerrungswert werden alle Spektrallinien aufaddiert, die nicht im



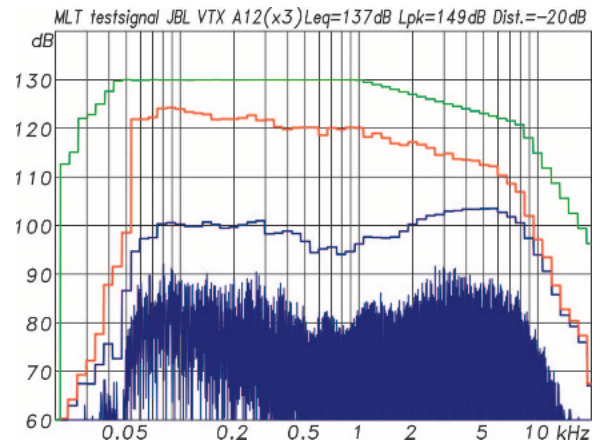
Maximum SPL für eine VTX A12 bei max. 3 % und max. 10 % THD, Exciter: 185 ms Sinusburs (Abb. 12)



Maximum SPL für drei VTX A12 bei max. 3 % und max. 10 % THD, Exciter: 185 ms Sinusburs (Abb. 13)



Multitone SPL für eine VTX A12 bei 10 % (-20 dB), Gesamtverzerrungen (THD+IMD), $L_{eq}(1\text{ m}) = 127\text{ dB}$; $L_{pk}(1\text{ m}) = 139\text{ dB}$ (Abb. 14)



Multitone SPL für drei VTX A12 bei 10 % (-20 dB) Gesamtverzerrungen (THD+IMD), $L_{eq}(1\text{ m}) = 137\text{ dB}$; $L_{pk}(1\text{ m}) = 149\text{ dB}$ (Abb. 16)

Anregungssignal vorhanden sind, d. h. die als harmonische Verzerrungen oder als Intermodulationsverzerrungen hinzugekommen sind. Wichtig ist es dabei zu beachten, die Frequenzen des Anregungssignals so zu generieren, dass sie nicht mit den harmonischen Verzerrungsanteilen zusammenfallen, da sie sonst nicht mehr ausgewertet werden könnten. In der Messreihe wird der Pegel so lange erhöht, bis der Gesamtverzerrungsanteil einen bestimmten Grenzwert erreicht, der hier auch bei 10 % festgelegt wurde. Unter diesen Bedingungen erreichte eine einzelne VTX A12 im Fullrange-Modus für ein typisches Musikspektrum nach EIA-426B bezogen auf 1 m Entfernung im Freifeld unter Vollraumbedingungen einen Spitzenpegel von 139 dB. Der Mittelungspegel lag bei 127 dB.)

Fazit

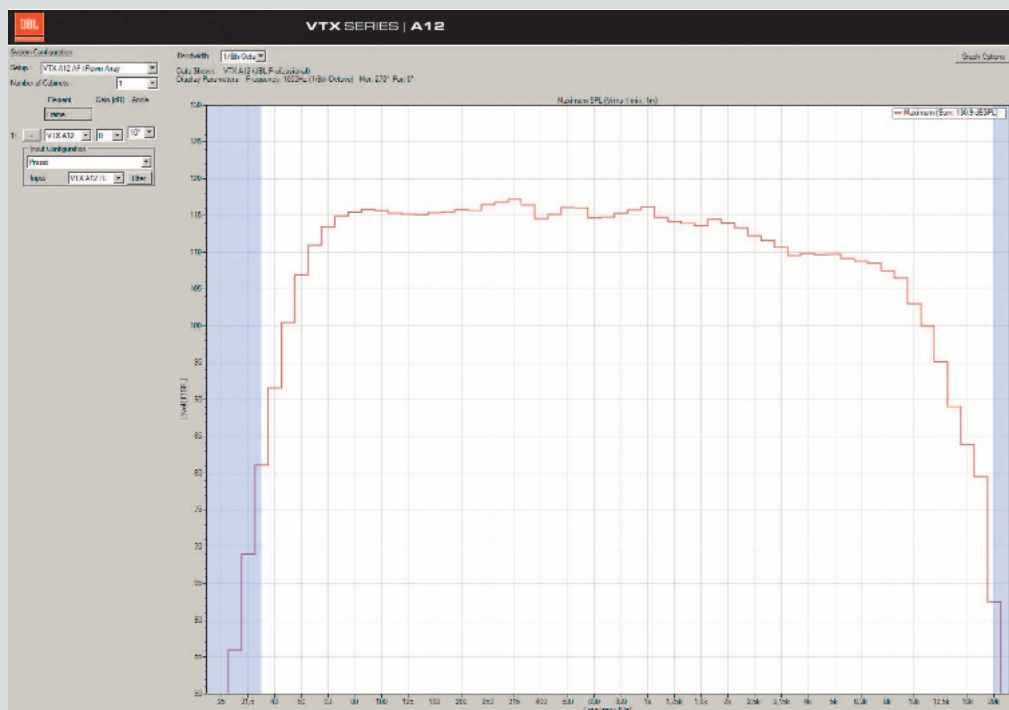
Mit der VTX A-Serie und deren A12 Line-Array stellt man bei JBL die nächste Generation der großen Touring-Systeme vor. Neu ist an diesem System fast alles: Beginnend bei den Treibern über die Waveguides, die Gehäusekonstruktion bis hin zu Mechanik und Dollies wurde alles optimiert und größtenteils auch vollständig neu konstruiert. Der gewünschte Erfolg stellt sich damit auch umgehend ein. Mit knapp über 60 kg gehört das VTX A12 mit zu den echten Leichtgewichten unter den 2 × 12"-Systemen – und das trotz der insgesamt neun Treiber pro Box und einer vollständig integrierten Flugvorrichtung. Äußerlich kommt die A12 elegant daher. Sichtbare Technik oder Mechanik wurden bewusst vermieden, um die Lautsprecher unauffällig ins Bühnenbild integrieren zu können. Ganz anders im Innern, wo mit Differential-Drive-

Messung und Simulation: Pegel planen

Für den Planer oder Systemtechniker stellt sich neben den Messwerten auch die Frage, wie gut sich die Werte mit denen der Planungswerkzeuge in Übereinstimmung bringen lassen. Nimmt man für die VTX A12 die zugehörige EASE-GLL und stellt dort für eine einzelne Box ebenfalls ein Anregungssignal mit EIA426B-Spektrum ein, dann wird mit der GLL ein Maximalpegelwert als Mittelungspegel L_{eq} von 131 dB berechnet. Grundlage für diese Berechnung sind die Leistungswerte der einzelnen Wege, die Filterfunktionen und das Spektrum des Eingangssignals. Die GLL kennt jedoch keinen Crestfaktor und auch keinen Spitzenwert im Signal. D. h. für die Berechnung wird davon ausgegangen, dass hier exemplarisch für den LF-Weg betrachtet eine mittlere Leistung von $2 \times 800 \text{ W}$ für die beiden Tieftöner auch tatsächlich zur Verfügung steht. Das entspricht einer Ausgangsspannung der Endstufen von $80 \text{ V}_{\text{RMS}}$. Um diese mit einem Signal mit 12 dB Crestfaktor auch tatsächlich unverzerrt zu erreichen, bedürfte es einer vierfach höheren Ausgangsspannung von $320 \text{ V}_{\text{pk}}$. Das kann die Endstufe mit einer maximalen Ausgangsspannung von $180 \text{ V}_{\text{pk}}$ nicht. Entsprechend reduziert sich für ein unverzerrtes Signal mit 12 dB Crestfaktor der Effektivwert der Ausgangsspannung auf $45 \text{ V}_{\text{RMS}}$ und der erreichbare Maximalpegel auf einen L_{eq} von 126 dB, womit man wieder beim Messwert wäre. Für die Nutzung der GLL gilt es daher zu beachten, welchen Crestfaktor das Nutzsignal haben wird und welche effektive Ausgangsspannung die Endstufen dabei noch zu liefern in der Lage sind. Für ein Signal mit nur 6 dB Crestfaktor würden der simulierte und der gemessene Wert voraussichtlich übereinstimmen.

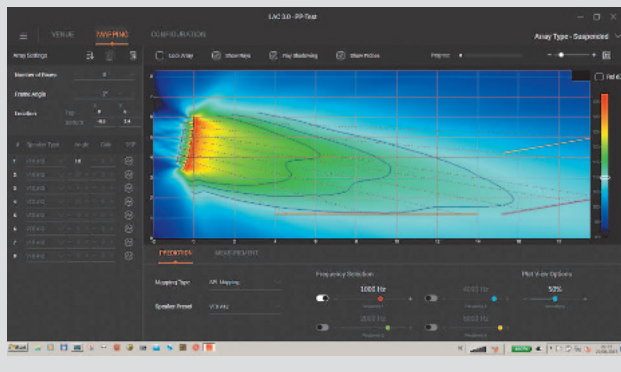
Da typische Testsignale in der Praxis aber meist einen Crestfaktor von 12 dB oder mehr haben und der erfasste akustische Messwert immer ein Mittelungspegel ist, empfiehlt es sich jedoch dringend, in der Planung von 12 dB Crestfaktor auszugehen.

Fassen wir den Sachverhalt noch einmal zusammen, dann sind die wichtigen Eckwerte die maximale Ausgangsspannung der Endstufe als Spitzenwert von $180 \text{ V}_{\text{pk}}$, der Crestfaktor des Signals und der in der GLL angenommene maximale Effektivwert der Ausgangsspannung von $80 \text{ V}_{\text{RMS}}$. Berechnet man die für einen gegebenen Crestfaktor maximal mögliche effektive Ausgangsspannung der Endstufe und setzt diese ins Verhältnis zum Wert der GLL, dann bekommt man den Wert, um den die Messung gegenüber der Berechnung abfällt. Für die VTX A12 bedeutet das, für Signale bis zu einem Crestfaktor von 7 dB wird der simulierte Pegelwert als L_{eq} erreicht. Für höhere Crestfaktoren ist ein entsprechender Headroom für die Simulation einzustellen.



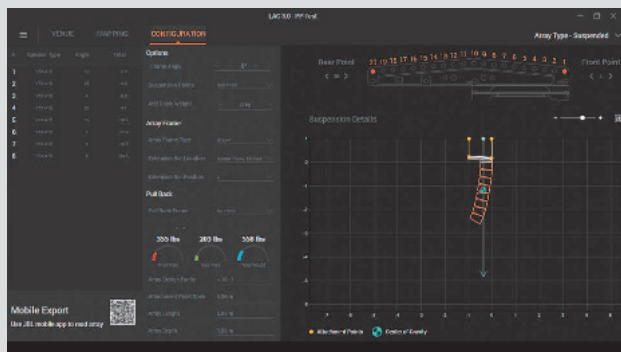
Maximalpegelberechnung per EASE-GLL für eine VTX A12 mit einem EIA426B-Spektrum, der auf 1 m bezogene Mittelungspegel $L_{eq}(1 \text{ m})$ beträgt 131 dB (Abb. 15)

JBL Performance Manager und Line Array Calculator

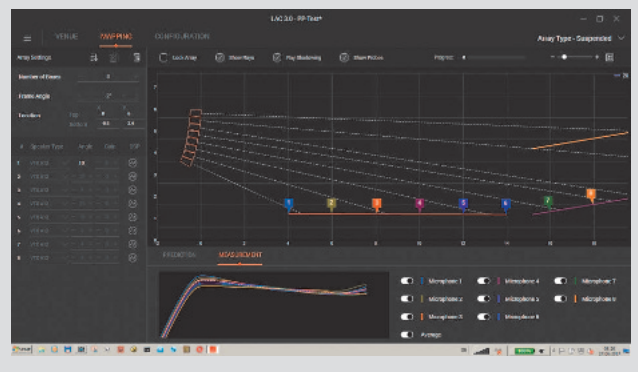


Line Array Calculator mit dem Mapping bei 1 kHz für ein Array aus acht VTX A12

Touring-Systeme wie das JBL VTX A12 werden meist bei größeren Veranstaltungen eingesetzt, in denen es komplexere Publikumsflächen zu beschallen gilt. Das geht nicht ohne Planung und eine genauere Vorhersage von System-Performance und Gleichmäßigkeit der Beschallung über alle Publikumsbereiche. Fast alle Hersteller großer Lautsprechersysteme stellen daher Berechnungswerkzeuge für ihre Lautsprecher zur Verfügung. Die Berechnung der Arrays, sei es als geflogene Line-Arrays oder Subwoofer-Arrays ist dabei jedoch nur ein Teilaspekt. Für die schnelle Konfiguration, Bedienung und auch Überwachung der Anlage erwartet der Anwender heute eine Systemsoftware, mit der sich die komplette Anlage von der großen PA bis zu den Bühnenmonitor- oder Fill-Systemen komplett erstellen und im Betrieb verwalten lässt.

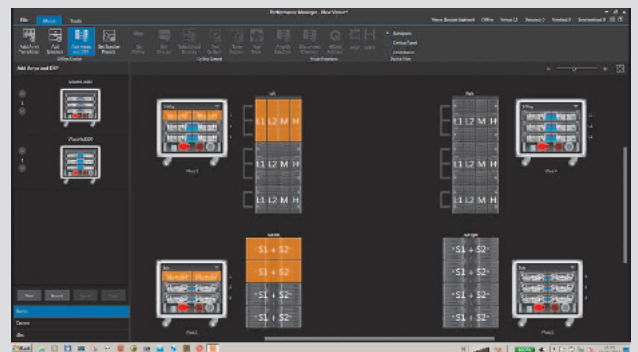


Rigging-Informationen aus dem Line Array Calculator



Messpunkte auf den Hörerflächen für die in der kleinen Grafik (unten Mitte) die Frequenzgänge angezeigt werden

Für die Hersteller ergibt sich daraus ein nicht unerheblicher Entwicklungsaufwand, der viele Jahre Arbeitszeit beinhalten kann – und unter Umständen teurer in der Entwicklung ist als die eigentliche Hardware. Problematisch für die Hersteller ist dabei, dass der Kunde die Systemsoftware als kostenlose Erweiterung der Hardware erwartet. Die Software muss daher meist in den Hardware-Entwicklungskosten mit eingerechnet werden, was auch wieder zu Stirnrunden bei den Kunden führen kann. Auch aus dieser Situation entstand die Tendenz, verstärkt Systemlösungen anzubieten und weniger Einzelkomponenten, wie es zu früheren Zeiten üblich war, als man Lautsprecher des Herstellers A mit Endstufen von B und Controllern von C einsetzte und alles selber zusammenstellte. Der Aufwand dahinter – und erst recht das Fehlerpotenzial – war erheblich. Alle großen



Performance Manager für die VTX Systeme zu der gegebenen Konstellation können die Wege der Lautsprecher den Endstufenkanälen durch einfaches Ziehen zugeordnet werden

Messung und Simulation: Pegel planen

Hersteller bieten daher heute komplette Systeme mit Lautsprechern aller Kategorien, dazu passenden Endstufen mit integriertem Controller und eine alles umfassende Software an, die via Netzwerk die Konfiguration und Signalverteilung übernimmt.

Bei JBL gibt es dazu zwei Hand in Hand arbeitende Tools: Der Line Array Calculator (LAC) für die Planung einer Beschallung und der Performance Manager zur Konfiguration und zum Betrieb der Anlage. Man beginnt mit dem LAC und definiert dort im Schnittbild die Hörerflächen und die Positionen des Arrays. Es kann immer nur jeweils ein Array berechnet werden, wobei im Vorfeld zu unterscheiden ist, ob es sich um ein geflogenes oder im Groundstack betriebenes Array handelt. Subwoofer sind zurzeit noch separat zu betrachten und unterscheiden sich nach geflogenen Subs oder Bass-Arrays am Boden. Die Berechnung erfolgt dann immer nur in einer Ebene. Bei den Line-Arrays ist das der Längsschnitt und für Subwoofer-Arrays am Boden die Grundfläche. 3D-Ansichten und Kombinationen verschiedener Modelle sind zurzeit noch nicht möglich. Der LAC befand sich zu unserem Testzeitpunkt Ende Juni 2017 für die neue Version 3.0 noch im Betatest-Stadium.

Nach diesen Vorgaben berechnet der LAC zügig ein Mapping für die Schnittfläche, für das der betrachtete Frequenzbereich von 1 bis 8 kHz ausgewählt werden kann. Wie die im Mapping angezeigten Pegelwerte zu interpretieren sind, bleibt leider offen. Wünschenswert wäre auch die Möglichkeit, tiefere Frequenzbereiche angezeigt zu bekommen oder auch breitbandig verschiedene Signaltypen wie Pinknoise, EIA-426B Noise oder auch ein Sprachspektrum für die Berechnung auswählen zu können.

Möchte man die zu erwartenden Frequenzgänge sehen, dann können auf den Hörerflächen bis zu acht virtuelle Messmikrofone gesetzt werden, für die dann die Frequenzgänge berechnet werden. Auch hier bemerkt man noch das Betastadium der Software, bei den Frequenzgängen fehlt noch die Beschriftung beider Achsen der Grafik. In der DSP-Funktion des Arrays können diverse Filter nach Vorgabe, z. B. zur Kompensation der Ausbreitungsdämpfung, oder auch nach Wunsch des Anwenders gesetzt werden. Neben den akustischen Eigenschaften berechnet der LAC auch die mechanischen Werte. Berechnet werden die Abmessung, der Schwerpunkt und die Lastverteilung am Flugrahmen. Die Pickpoints können variiert und auch ein optionaler Pull Back Frame eingesetzt werden.

Sobald die Konfiguration festgelegt und die Hardware zusammengestellt ist, geht es darum, diese vorzukonfigurieren. Jetzt kommt der Performance Manager ins Spiel, der alle Lautsprecher, Verstärker und Controller abbildet. „Verstärker und Controller“ bedeutet in diesem Fall Crown-Endstufen I-Tech HD mit integriertem BSS-Controller oder alternativ Drive Racks mit dbx-Controller. Im hier gezeigten Beispiel sehen wir ein Setup mit Line-Arrays bestehend aus je acht VTX A12 und zwei Stacks mit je vier Subwoofern. Hinzu kommen vier Crown V-Ampracks. Zwei sind für die VTX-A12-Arrays mit je drei I-Tech HD 4x3500 bestückt und zwei für die Subwoofer mit je drei I-Tech HD 12000. Im Performance Manager können dann, wie hier im Bild gezeigt, die Endstufen den Lautsprechern und deren Wegen zugeordnet und anschließend die Setups aus dem LAC hochgeladen werden.

Treibern, einem Radiation Boundary Integrator der vierten Generation und optimierten Bassreflex-tunneln alle Register der Ingenieurskunst gezogen wurden. Gleiches gilt für die kaum sichtbare, aber trotzdem sehr ausgeklügelte Flugmechanik. Angetrieben wird alles über Crown I-Tech Endstufen mit linearphasigen FIR-Filtern und einem speziellen Filterkonzept zur Optimierung des horizontalen Abstrahlverhaltens. Ob das alles was bringt, beantworten die Messwerte recht eindeutig: Das VTX A12 bietet in fast allen Disziplinen Bestwerte! Besonders herausragend sind dabei die horizontale Directivity, der völlig gerade Frequenzgang, der lineare Phasenverlauf und der hohe Maximalpegel. Der Investitionsrahmen für ein JBL VTX A12 umfasst in der Regel nicht nur die gewünschte Anzahl an A12 selbst, sondern auch die weiteren begleitenden Leistungen wie Subs, Amping, Transportlösungen, Rigging-Zubehör, Software usw. bis zum Systemtraining. Für solch ein Paket spricht der deutsche Vertrieb Audiopro Heilbronn von einem Preisniveau, das im Rahmen der marktgängigen Premium-Lösungen im Format 2 × 12" liege.